

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-084743

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

H02M 3/155

H02M 7/12

(21)Application number : 2000-266417

(71)Applicant : SHINDENGEN ELECTRIC MFG CO LTD

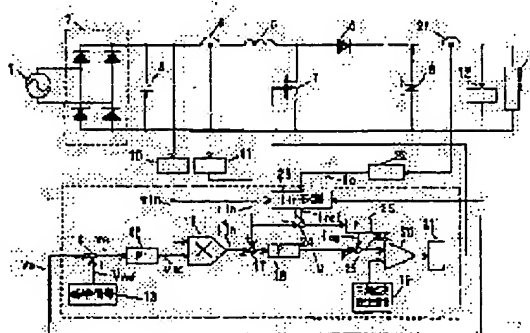
(22)Date of filing : 04.09.2000

(72)Inventor : MATSUMURA TAKESHI

**(54) SWITCHING POWER SUPPLY****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a switching power supply wherein higher harmonics are suppressed with accuracy without increasing the gain of a proportional integrator 18.

**SOLUTION:** The switching power supply is provided with a rectifier 2 that rectifies alternating-current input voltage 1 and outputs direct-current voltage, a reactor 6 that outputs the output energy of the rectifier 2, a switching element 7 that switches between the storage and the output of energy, rectifying and filter circuits 6 and 8 that rectify and filter currents, and a control circuit CONT. The control circuit CONT is provided with a voltage control means that outputs voltage control signals  $v_{ao}$  corresponding to the deviation from the output voltage  $V_o$ , a first pulse width command value computing means that calculates the result of multiplication by a sine wave-like synchronous signal  $v_{in}$  and outputs a first pulse width command value signal ( $u$ ), a computing means that calculates a signal  $i_{ao}$  for compensating an error obtained by subtraction of a reactor current signal  $i_{in}$  and outputs a second pulse width command value signal  $u_x$ , and a comparing means 20 that compares the output signals of a triangle-wave oscillator and on/off-controls the switch.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

## Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-84743

(P2002-84743A)

(43) 公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F. I

テーマコード(参考)

H 0 2 M 3/155

H 0 2 M 3/155

F 5 H 0 0 6

H 5 H 7 3 0

7/12

7/12

Q

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-266417(P2000-266417)

(71) 出願人 000002037

新電元工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(22) 出願日 平成12年9月4日(2000.9.4)

(72) 発明者 松村 毅

埼玉県飯能市南町10番13号新電元工業株式会社工場内

Fターム(参考) 5H006 AA02 CA02 CA07 CA13 CB01

CC02 DA02 DA04 DC02 DC05

5H730 AA18 AS01 BB14 BB57 CC01

CC05 DD04 DD26 FD01 FD31

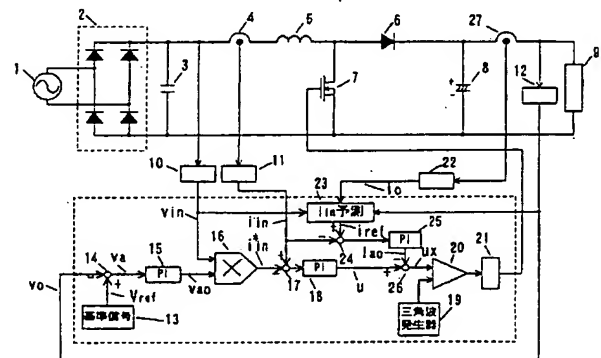
FD41 FF02 FG05 FG25

(54) 【発明の名称】 スイッチング電源装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 比例積分器18のゲインを大きくすることなく高調波を高精度に抑制したスイッチング電源装置。

【解決手段】 交流入力電圧1を整流し、直流電圧を出力する整流器2と、該整流器2の出力エネルギーを出力するリアクトル5と、エネルギーの蓄積と出力とを切替えるスイッチ素子7と、整流平滑する整流平滑回路6、8と、制御回路CONTを備えたスイッチング電源装置において、該制御回路CONTは、出力電圧 $v_o$ との偏差値に応じた電圧制御信号 $v_{ao}$ を出力する電圧制御手段と、正弦波状の同期信号 $v_{in}$ との積を演算し、第1のパルス幅指令値信号 $u$ を出力する第1のパルス幅指令値演算手段と、リアクトル電流信号 $i_{in}$ を減じて得た誤差を補償した信号 $i_{ao}$ とを演算し、第2のパルス幅指令値信号 $ux$ を出力する演算手段と、三角波発信器の出力信号を比較し、該スイッチをオン・オフ制御する比較手段20を備えたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】交流入力電圧を整流し、直流電圧を出力する整流器と、該整流器の出力エネルギーを蓄積し、該蓄積したエネルギーを出力電流として出力するリアクトルと、該リアクトルによるエネルギーの蓄積と出力とを切替えるスイッチと、該リアクトルの出力電流を整流平滑する整流平滑回路と、電圧基準と出力電圧との偏差値に応じた電圧制御信号と、交流入力電圧に同期した入力電圧信号と、リアクトル電流信号とを演算要素として該スイッチをオン・オフ制御する制御手段を備えたスイッチング電源装置において、該制御手段は、演算要素に入力電流指令値信号を含むことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項2】入力電流指令値信号 $i_{ref}$ は、交流入力電圧に同期した入力電圧信号を $v_{in}$ 、出力電圧を $v_o$ 、出力電流を $i_o$ 、（出力電圧指令値/入力電圧の実効値）の二乗を $a$ とした時、下記式で設定されたことを特徴とする請求項1のスイッチング電源装置。

$$i_{ref}=1/a \cdot v_{in} \cdot i_o/v_o$$

【請求項3】交流入力電圧を整流し、直流電圧を出力する整流器と、該整流器の出力エネルギーを蓄積し、該蓄積した出力エネルギーを出力するリアクトルと、該リアクトルによるエネルギーの蓄積と出力とを切替えるスイッチと、該リアクトルの出力電流を整流平滑する整流平滑回路と、該スイッチをオン・オフ制御する制御回路を備えたスイッチング電源装置において、該制御回路は、電圧基準と出力電圧との偏差値に応じた電圧制御信号を出力する電圧制御手段と、該電圧制御信号と該交流電圧に同期した正弦波状の同期信号との積を演算し、第1のパルス幅指令値信号を出力する第1のパルス幅指令値演算手段と、該第1のパルス幅指令値信号と入力電流指令値信号からリアクトル電流信号を減じて得た誤差を補償した信号とを演算し、第2のパルス幅指令値信号を出力する演算手段と、該第2のパルス幅指令値信号と三角波発信器の出力信号を比較し、該スイッチをオン・オフ制御する比較手段を備えたことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項4】交流電圧に同期した同期信号と、出力電圧信号と、出力電流信号とを演算するリアクトル電流予測回路の出力信号である入力電流指令値信号と、リアクトル電流検出信号を演算して入力電流波形の歪みを補正するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項3のスイッチング電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スイッチング電源装置に関し、特に力率改善機能を有するスイッチング電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は、従来の昇圧チョップ式スイッチ

ング電源装置の構成図である。交流電源1を整流器2によって整流し、全波整流された商用周波数の2倍の周波数の全波整流電圧が発生する。スイッチ素子7は制御回路（CONT）により高調波パルスで駆動され、このスイッチ素子7が導通した時に流れる電流によってリアクトル5に電力エネルギーが蓄えられる。この電力エネルギーはスイッチ素子7が開放状態となった時に放出され、出力整流素子6を通じて平滑コンデンサ8に蓄えられ、直流電圧に変換される。このようにして得られた出力直流電圧を検出し誤差増幅器等によりスイッチ素子7の駆動状態が制御され、スイッチ素子7を駆動する制御回路からの高周波パルスのパルス幅または周波数を制御することによって、出力電圧が所望の値に保たれる。

【0003】ここで交流入力の高調波抑制の面から制御回路（CONT）において先ず、設定された基準信号発生器13の出力値である $V_{ref}$ は、減算器14で直流出力電圧 $v_o$ と比較され、その差 $v_a$ が比例積分器15で比例積分され、電圧信号 $v_{ao}$ を得、この電圧信号 $v_{ao}$ と交流入力電圧に同期した正弦波状の電圧（同期）信号 $v_{in}$ を乗算器16で演算し、電流基準信号 $i^*_{in}$ を送出し、この電流基準信号 $i^*_{in}$ とリアクトル電流検出信号 $i_{in}$ を減算器17で比較し、比例積分器18を介して第1のパルス幅指令値信号 $u$ を形成する。この第1のパルス幅指令値信号 $u$ は、コンパレータ20において三角波発生回路19の基準三角波と比較され、パルス幅制御信号（PWM）を得、ドライバ21を介してスイッチ素子7をオン・オフ制御する。

【0004】スイッチ素子7がオンになると負荷9側が短絡されリアクトル電流 $i_{in}$ は増加し、スイッチ素子7がオフになるとリアクトル電流 $i_{in}$ は出力整流素子6、平滑コンデンサ8及び負荷9に流れる。出力電圧 $v_o$ が減少すると、電流基準信号 $i^*_{in}$ が増加して、スイッチ素子7のオン時間が長くなり、出力電圧 $v_o$ が増加すると、電流基準信号 $i^*_{in}$ が減少して、スイッチ素子7のオン時間が短くなる。第1のパルス幅指令値信号 $u$ と三角波発生器のスイッチング周波数によりスイッチ素子7のオン・オフが決まり、スイッチ素子7のオン・オフ制御が繰返される。

【0005】上記の従来回路では高調波の抑制がかなり改善されるが十分ではない。即ち出力電流 $i_o$ の変化が無いと仮定すると、出力電圧 $v_o$ は一定であり、比例積分器15により、電圧偏差 $v_a$ は、殆ど零となるため乗算器16の出力は、入力電流 $i_{in}$ の大きさに比べてとても小さい量となり、入力電流 $i_{in}$ は、リアクトル電流であるために電流にリップルが生じて、比例積分器18のゲインを大きくするとそのまま入力電流 $i_{in}$ のリップルが反映され、コンパレータ20の出力において、PWM信号が誤動作しやすくなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、比例積分器18のゲインを大きくすることなく高調波を高精度に抑制

3

し、従来補償しきれない誤差を補償し得るスイッチング電源装置を提供する。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため請求項1の発明は、交流入力電圧を整流し、直流電圧を出力する整流器と、該整流器の出力エネルギーを蓄積し、該蓄積したエネルギーを出力電流として出力するリアクトルと、該リアクトルによるエネルギーの蓄積と出力とを切替えるスイッチと、該リアクトルの出力電流を整流平滑する整流平滑回路と、電圧基準と出力電圧との偏差値に応じた電圧制御信号と、交流入力電圧に同期した入力電圧信号と、リアクトル電流信号とを演算要素として該スイッチをオン・オフ制御する制御手段を備えたスイッチング電源装置において、該制御手段は、演算要素に

【0008】上記の課題を解決するため請求項2の発明は、請求項1の発明において、入力電流指令値信号 $i_{ref}$ は、交流入力電圧に同期した入力電圧信号を $v_{in}$ 、出力電圧を $v_o$ 、出力電流を $i_o$ 、（出力電圧指令値/入力電圧の実効値）の二乗を $a$ とした時、下記式で設定されたことを特徴とする。

$$i_{ref} = 1/a \cdot v_{in} \cdot i_o / v_o$$

【0009】又、上記の課題を解決するため請求項3の発明は、交流入力電圧を整流し、直流電圧を出力する整流器と、該整流器の出力エネルギーを蓄積し、該蓄積した出力エネルギーを出力するリアクトルと、該リアクトルによるエネルギーの蓄積と出力とを切替えるスイッチと、該リアクトルの出力電流を整流平滑する整流平滑回路と、該スイッチをオン・オフ制御する制御回路を備えたスイッチング電源装置において、該制御回路は、電圧基準と出力電圧との偏差値に応じた電圧制御信号を出力する電圧制御手段と、該電圧制御信号と該交流電圧に同期した正弦波状の同期信号との積を演算し、第1のパルス幅指令値信号を出力する第1のパルス幅指令値演算手段と、該第1のパルス幅指令値信号と入力電流指令値信号からリアクトル電流信号を減じて得た誤差を補償した信号とを演算し、第2のパルス幅指令値信号を出力する演算手段と、該第2のパルス幅指令値信号と三角波発生器の出力信号を比較し、該スイッチをオン・オフ制御する比較手段を備えたことを特徴とする。

【0010】上記の課題を解決するため請求項4の発明は、請求項1、請求項2、又は請求項3の発明において、交流電圧に同期した同期信号と、出力電圧信号と、出力電流信号とを演算するリアクトル電流予測回路の出力信号である入力電流指令値信号と、リアクトル電流検出信号を演算して入力電流波形の歪みを補正するようにしたことを特徴とする。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施例を示す回路図で図中1は交流電源、2はダイオードブリッジ（整流

4

器）、3はコンデンサ、4はリアクトル電流センサ、5はリアクトル、6は出力整流素子、7はスイッチ素子、8は平滑コンデンサ、9は負荷、10は入力電圧検出回路、11はリアクトル電流検出回路、12は出力電圧検出回路、13は基準信号発生器、14は減算器、15は比例積分器、16は乗算器、17は減算器、18は比例積分器、19は三角波発生器、20はコンパレータ、21はドライバー、22は出力電流検出回路、23はリアクトル電流予測回路、24は減算器、25は比例積分器、26は減算器、27は出力電流センサである。

【0012】即ち本発明は、従来例と対比して明確なように制御回路（CONT）において、交流電圧に同期した同期信号 $v_{in}$ と、出力電流検出回路22により検出した出力電流信号 $i_o$ と、出力電圧検出回路12により検出した出力電圧信号 $v_o$ を演算するリアクトル電流予測回路23を設け、この演算出力 $i_{ref}$ 即ち入力電流指令値信号とリアクトル電流検出信号 $i_{in}$ を減算器24及び比例積分器25を通して演算し、この演算出力 $i_{ao}$ を入力電流波形の歪み補正信号として第1のパルス幅指令値信号 $u$ に重畳し、第2のパルス幅指令値信号 $ux$ とした点にある。

【0013】この回路の動作は先ず、出力電圧検出器12の出力信号 $v_o$ と基準信号発生器13の出力信号 $V_{ref}$ の誤差 $v_a$ を比例積分器15に入力して $v_{ao}$ を得、この信号 $v_{ao}$ と入力電圧検出回路10の出力信号 $v_{in}$ を乗算器16に入力して電流基準信号 $i^*_{in}$ を出力し、リアクトル電流検出回路11の出力信号 $i_{in}$ から電流基準信号 $i^*_{in}$ を減じて比例積分器18に入力し第1のパルス幅指令値信号 $u$ を得、出力電流検出回路の出力信号 $i_o$ と出力電圧 $v_o$ と入力電圧検出回路10の出力信号 $v_{in}$ をリアクトル電流予測回路23に入力し、その出力信号である入力電流指令値信号 $i_{ref}$ を得、 $i_{ref}$ と $i_{in}$ を減算器24に入力し、その出力信号を比例積分器25に入力し出力信号 $i_{ao}$ を得、減算器26において第1のパルス幅指令値信号 $u$ に $i_{ao}$ を減じて得た第2のパルス幅指令値信号 $ux$ をコンパレータ20により三角波発生器19と比較し、その出力をドライバー21に入力し、スイッチ素子7でスイッチングし時比率を制御させる。

【0014】因みにリアクトル電流予測回路23の出力信号即ち入力電流指令値信号 $i_{ref}$ は、交流入力電圧に同期した入力電圧信号を $v_{in}$ 、出力電圧を $v_o$ 、出力電流を $i_o$ 、（出力電圧指令値/入力電圧の実効値）の二乗を $a$ とした時、下記式1で設定される。

$$i_{ref} = 1/a \cdot v_{in} \cdot i_o / v_o \quad \text{式1}$$

【0015】以下、第2のパルス幅指令値信号 $ux$ を用いることにより高調波を高精度に抑制できる理由について説明する。リアクトルに流れる電流 $i_{in}$ は、負荷電流 $i_o$ の大きさによって大きく変化するため負荷電流 $i_o$ の量に対する入力電流指令値信号 $i_{ref}$ とリアクトルに流れる電流 $i_{in}$ の偏差を取り、該偏差は、抑制しきれない高調波成分であり、該偏差を比例積分器で補償し、該補償した信号を第1のパルス幅指令値信号 $u$ に上乘せすること

により高調波を高精度に抑制できる。

【0016】図2、図3、図4、図5は定格負荷時において、従来例と比較した本発明の特性図で、図2、図3は入力電流波形図、図4、図5は入力電流の周波数解析図である。又図2、図4は従来例、図3、図5は本発明の実施例を示す。以下、図2、図3、図4、図5において、従来例と本発明の実施例との比較を説明する。

【0017】従来例である図2の波形は、ゼロクロス付近や該ゼロクロス点の60度位相がずれた付近で高調波成分を大きく抑制できていないが、本発明の実施例である図3の波形は、高精度に高調波成分を抑制できている。図4、図5における入力電流の周波数解析の結果を比較すると特に第17次高調波成分以上において、本発明の実施例の場合の方が高調波成分を抑制できている。総合波形歪み率においては、従来例が4.5%であるのに対して、本発明の実施例は、3.4%であり、1.1%減少できている。

【0018】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明によれば高調波抑制効果が大きく、特に単相或いは三相交流を入力とするスイッチング電源装置において、電流波形歪みの小さい電源装置として産業上の利点効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例回路

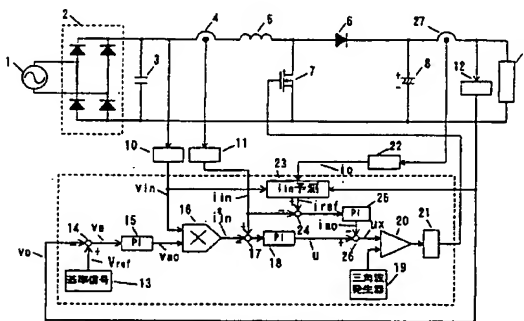
【図2】 従来例の入力電流波形図

【図3】 本発明の実施例の入力電流波形図

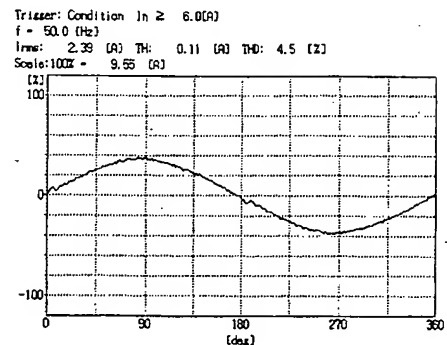
【図4】 従来例の入力電流の周波数解析図

【図5】 本発明の実施例における入力電流の周波数解析図

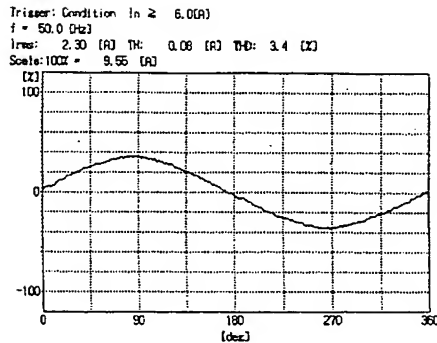
【図1】



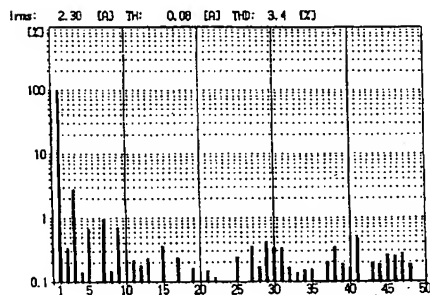
【図2】



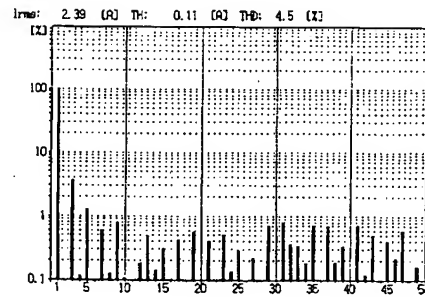
【図3】



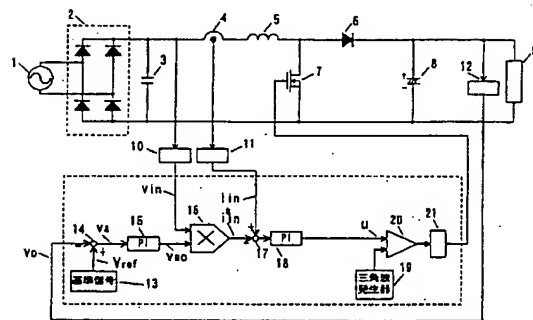
【図5】



【図4】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年9月27日（2000. 9. 27）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】入力電流指令値信号 $i_{ref}$ は、交流入力電圧に同期した入力電圧信号を $v_{in}$ 、出力電圧を $v_o$ 、出力電流を $i_o$ 、（出力電圧指令値/入力電圧の実効値）の二乗を $a$ とした時、下記式で設定されたことを特徴とする請求項1のスイッチング電源装置。

$$i_{ref} = a \cdot v_{in} \cdot i_o / v_o$$

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】上記の課題を解決するため請求項2の発明は、請求項1の発明において、入力電流指令値信号 $i_{ref}$ は、交流入力電圧に同期した入力電圧信号を $v_{in}$ 、出力電圧を $v_o$ 、出力電流を $i_o$ 、（出力電圧指令値/入力電圧の実効値）の二乗を $a$ とした時、下記式で設定されたことを特徴とする。

$$i_{ref} = a \cdot v_{in} \cdot i_o / v_o$$

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】因みにリアクトル電流予測回路23の出力信号即ち入力電流指令値信号 $i_{ref}$ は、交流入力電圧に同期した入力電圧信号を $v_{in}$ 、出力電圧を $v_o$ 、出力電流を $i_o$ 、（出力電圧指令値/入力電圧の実効値）の二乗を $a$ とした時、下記式1で設定される。

$$i_{ref} = a \cdot v_{in} \cdot i_o / v_o \quad \text{式1}$$

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The reactor which rectifies alternating current input voltage, accumulates the output energy of the rectifier which outputs direct current voltage, and this rectifier, and outputs the this accumulated energy as the output current, The switch which switches the are recording and the output of energy by this reactor, The armature-voltage control signal according to the variation of the rectification smoothing circuit which carries out rectification smooth [ of the output current of this reactor ], and electrical-potential-difference criteria and output voltage, It is switching power supply equipment characterized by this control means including an input current command value signal in an operational element in switching power supply equipment equipped with the control means which carries out on-off control of this switch by using as an operational element the input voltage signal which synchronized with alternating current input voltage, and a reactor current signal.

[Claim 2] The input current command value signal  $i_{ref}$  is switching power supply equipment of claim 1 characterized by setting up the input voltage signal which synchronized with alternating current input voltage by the following formula when  $v_{in}$  and output voltage are set to  $v_o$  and the square of  $i_o$  and (the actual value of an output voltage command value / input voltage) is set to  $a$  for the output current.

$i_{ref} = 1/a \cdot v_{in} - i_o / v_o$  -- [Claim 3] The reactor which rectifies alternating current input voltage, accumulates the output energy of the rectifier which outputs direct current voltage, and this rectifier, and outputs the this accumulated output energy, In switching power supply equipment equipped with the switch which switches the are recording and the output of energy by this reactor, the rectification smoothing circuit which carries out rectification smooth [ of the output current of this reactor ], and the control circuit which carries out on-off control of this switch An armature-voltage control means by which this control circuit outputs the armature-voltage control signal according to the variation of electrical-potential-difference criteria and output voltage, The 1st pulse width command value operation means which calculates a product with the synchronizing signal of the shape of a sine wave which synchronized with this armature-voltage control signal and this alternating voltage, and outputs the 1st pulse width command value signal, this -- the signal with which the error which reduced and acquired the reactor current signal from the 1st pulse width command value signal and an input current command value signal was compensated being calculated, and with an operation means to output the 2nd pulse width command value signal this -- the switching power supply equipment characterized by having the comparison means which compares the 2nd pulse width command value signal with the output signal of a triangular wave transmitter, and carries out on-off control of this switch.

[Claim 4] Switching power supply equipment of claim 1 characterized by calculating the input current command value signal which is an output signal of the reactor current prediction circuit which calculates the synchronizing signal which synchronized with alternating voltage, an output voltage signal, and an output current signal, and a reactor current detecting signal, and amending distortion of an input current wave form, or claim 3.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the switching power supply equipment which has a power-factor-improvement function about switching power supply equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 is the block diagram of conventional pressure-up chopper type switching power supply equipment. A rectifier 2 rectifies and a full-wave-rectification electrical potential difference twice the frequency of the commercial frequency by which full wave rectification was carried out generates AC power supply 1. A switching device 7 is driven by the higher-harmonic-wave pulse by the control circuit (CONT), and power energy is stored in a reactor 5 according to the current which flows when this switching device 7 flows. This power energy is emitted when a switching device 7 changes into an open condition, it is stored in a smoothing capacitor 8 through the output rectifying device 6, and is changed into direct current voltage. Thus, output voltage is maintained at a desired value by detecting the obtained output direct current voltage, controlling the drive condition of a switching device 7 by an error amplifier etc., and controlling the pulse width or the frequency of a RF pulse from a control circuit which drives a switching device 7.

[0003]  $V_{ref}$  which is the output value of the reference signal generator 13 first set up in the control circuit (CONT) here from the field of the harmonic restraint of an ac input It is compared with the direct-current output voltage  $v_o$  by the subtractor 14, and the proportional integral of that difference  $v_a$  is carried out with the proportionality integrator 15, a voltage signal  $v_{ao}$  is acquired, and the electrical-potential-difference (synchronization) signal  $v_{in}$  of the shape of a sine wave which synchronized with this voltage signal  $v_{ao}$  and alternating current input voltage is calculated with a multiplier 16. Current reference signal  $i^*_{in}$  A subtractor 17 compares the delivery, and this current reference signal  $i^*_{in}$  and the reactor current detecting signal  $i_{in}$ , and the 1st pulse width command value signal  $u$  is formed through the proportionality integrator 18. This 1st pulse width command value signal  $u$  is compared with the criteria triangular wave of the triangular wave generating circuit 19 in a comparator 20, acquires a pulse width control signal (PWM), and carries out on-off control of the switching device 7 through a driver 21.

[0004] If a switching device 7 is turned on, a load 9 side will connect too hastily, the reactor current  $i_{in}$  will increase, and if a switching device 7 becomes off, the reactor current  $i_{in}$  will flow for the output rectifying device 6, a smoothing capacitor 8, and a load 9. If current reference signal  $i^*_{in}$  will increase, the ON time amount of a switching device 7 will become long, if output voltage  $v_o$  decreases, and output voltage  $v_o$  increases, current reference signal  $i^*_{in}$  will decrease and the ON time amount of a switching device 7 will become short. Turning on and off of a switching device 7 is decided by the switching frequency of the 1st pulse width command value signal  $u$  and a triangular wave generator, and the on-off control of a switching device 7 is repeated.

[0005] The above-mentioned conventional circuit is not enough although control of a higher harmonic is improved considerably. If it assumes that there is no change of the output current  $i_o$ , output voltage  $v_o$  is fixed. With the proportionality integrator 15 namely, voltage deviation  $v_a$  Since it almost becomes zero, the output of a multiplier 16 serves as a very small amount compared with the magnitude of an input current  $i_{in}$ . An input current  $i_{in}$  Since it is a reactor current, if a ripple

arises on a current and gain of the proportionality integrator 18 is enlarged, the ripple of an input current  $i_{in}$  will be reflected as it is, and in the output of a comparator 20, an PWM signal becomes easy to malfunction.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Without enlarging gain of the proportionality integrator 18, this invention controls a higher harmonic wave with high precision, and offers the switching power supply equipment with which the error which cannot be compensated conventionally can be compensated.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem invention of claim 1 The reactor which rectifies alternating current input voltage, accumulates the output energy of the rectifier which outputs direct current voltage, and this rectifier, and outputs the this accumulated energy as the output current, The switch which switches the are recording and the output of energy by this reactor, The armature-voltage control signal according to the variation of the rectification smoothing circuit which carries out rectification smooth [ of the output current of this reactor ], and electrical-potential-difference criteria and output voltage, In switching power supply equipment equipped with the control means which carries out on-off control of this switch by using as an operational element the input voltage signal which synchronized with alternating current input voltage, and a reactor current signal, this control means is characterized by including an input current command value signal in an operational element.

[0008] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention of claim 2 is characterized by setting up the input voltage signal with which the input current command value signal  $i_{ref}$  synchronized with alternating current input voltage by the following formula, when  $v_{in}$  and output voltage are set to  $v_o$  and the square of  $i_o$  and (the actual value of an output voltage command value / input voltage) is set to  $a$  for the output current in invention of claim 1.

$i_{ref} = 1/a - v_{in} - i_o / v_o$  [0009] In order to solve the above-mentioned technical problem moreover, invention of claim 3 The reactor which rectifies alternating current input voltage, accumulates the output energy of the rectifier which outputs direct current voltage, and this rectifier, and outputs the this accumulated output energy, In switching power supply equipment equipped with the switch which switches the are recording and the output of energy by this reactor, the rectification smoothing circuit which carries out rectification smooth [ of the output current of this reactor ], and the control circuit which carries out on-off control of this switch An armature-voltage control means by which this control circuit outputs the armature-voltage control signal according to the variation of electrical-potential-difference criteria and output voltage, The 1st pulse width command value operation means which calculates a product with the synchronizing signal of the shape of a sine wave which synchronized with this armature-voltage control signal and this alternating voltage, and outputs the 1st pulse width command value signal, this -- the signal with which the error which reduced and acquired the reactor current signal from the 1st pulse width command value signal and an input current command value signal was compensated being calculated, and with an operation means to output the 2nd pulse width command value signal this -- the 2nd pulse width command value signal is compared with the output signal of a triangular wave transmitter, and it is characterized by having the comparison means which carries out on-off control of this switch.

[0010] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention of claim 4 is characterized by calculating the input current command value signal which is an output signal of the reactor current prediction circuit which calculates the synchronizing signal which synchronized with alternating voltage, an output voltage signal, and an output current signal, and a reactor current detecting signal, and amending distortion of an input current wave form in invention of claim 1, claim 2, or claim 3.

[0011]

[Embodiment of the Invention] AC power supply and 2 one in drawing with the circuit diagram in which drawing 1 shows one example of this invention A diode bridge (rectifier), 3 -- a capacitor and 4 -- a reactor current sensor and 5 -- a reactor and 6 -- an output rectifying device and 7 -- a switching device and 8 -- a smoothing capacitor and 9 -- a load and 10 -- an input voltage detector and 11 -- a reactor current detector and 12 -- an output voltage detector and 13 -- a reference signal

generator and 14 -- a subtractor -- 15 -- a proportionality integrator and 16 -- a multiplier and 17 -- a subtractor and 18 -- a proportionality integrator and 19 -- a triangular wave generator and 20 -- a comparator and 21 -- a driver and 22 -- an output current detector and 23 -- a reactor current prediction circuit and 24 -- a subtractor and 25 -- a proportionality integrator and 26 -- a subtractor -- 27 is an output current sensor.

[0012] Namely, as contrasted with the conventional example, this invention is set to a control circuit (CONT) so that clearly. The synchronizing signal  $v_{in}$  which synchronized with alternating voltage, and the output current signal  $i_o$  detected by the output current detector 22, By the output voltage detector 12 Form the reactor current prediction circuit 23 which calculates the detected output voltage signal  $v_o$ , and it lets a subtractor 24 and the proportionality integrator 25 pass for this operation output  $i_{ref}$ , i.e., an input current command value signal and the reactor current detecting signal  $i_{in}$ . It calculates, and this operation output  $i_{ao}$  is superimposed on the 1st pulse width command value signal  $u$  as a distortion amendment signal of an input current wave form, and it is in the point made into the 2nd pulse width command value signal  $u_x$ .

[0013] Actuation of this circuit first inputs the error  $v_a$  of the output signal  $v_o$  of the output voltage detector 12, and the output signal  $V_{ref}$  of the reference signal generator 13 into the proportionality integrator 15. Obtain  $v_{ao}$  and this signal  $v_{ao}$  and the output signal  $v_{in}$  of the input voltage detector 10 are inputted into a multiplier 16. Current reference signal  $i^*_{in}$  It outputs, and current reference signal  $i^*_{in}$  is subtracted from the output signal  $i_{in}$  of the reactor current detector 11, it inputs into the proportionality integrator 18, and the 1st pulse width command value signal  $u$  is acquired. The output signal  $v_{in}$  of the output signal  $i_o$  of an output current detector, output voltage  $v_o$ , and the input voltage detector 10 Input into the reactor current prediction circuit 23, acquire the input current command value signal  $i_{ref}$  which is the output signal, input  $i_{ref}$  and  $i_{in}$  into a subtractor 24, input the output signal into the proportionality integrator 25, acquire an output signal  $i_{ao}$ , and it sets to a subtractor 26. the 2nd pulse width command value signal  $u_x$  which reduced and obtained  $i_{ao}$  to the 1st pulse width command value signal  $u$  -- a comparator 20 -- the triangular wave generator 19 -- comparing -- the output -- a driver 21 -- inputting -- a switching device 7 -- switching -- the time -- a ratio -- controlling -- making .

[0014] Incidentally, the input voltage signal which synchronized with alternating current input voltage is set up by the following formula 1, when  $v_{in}$  and output voltage are set to  $v_o$  and the output signal  $i_{ref}$  of the reactor current prediction circuit 23, i.e., an input current command value signal, sets the square of  $i_o$  and (the actual value of an output voltage command value / input voltage) to a for the output current.

$i_{ref}=1/a-v_{in}i_o/v_o$  Formula 1 [0015] The reason which can control a higher harmonic with high precision by using the 2nd pulse width command value signal  $u_x$  hereafter is explained. Since the current  $i_{in}$  which flows to a reactor changes with the magnitude of the load current  $i_o$  a lot, the deflection of the current  $i_{in}$  which flows to the input current command value signal  $i_{ref}$  over an amount and the reactor of the load current  $i_o$  is taken, and this deflection is the harmonic content which cannot be controlled and can control a higher harmonic with high precision by adding the signal which compensated and this compensated this deflection with the proportionality integrator to the 1st pulse-width command value signal  $u$ .

[0016] Drawing 2 , drawing 3 , drawing 4 , and drawing 5 are the property Figs. of this invention in comparison with the conventional example in the time of a rated load, and an input current wave form Fig., drawing 4 , and drawing 5 of drawing 2 and drawing 3 are the frequency analysis Figs. of an input current. Moreover, as for the conventional example, drawing 3 , and drawing 5 , drawing 2 and drawing 4 show the example of this invention. Hereafter, in drawing 2 , drawing 3 , drawing 4 , and drawing 5 , the comparison with the conventional example and the example of this invention is explained.

[0017] Although the wave of drawing 2 which is the conventional example has controlled harmonic content greatly neither near a zero cross nor in the neighborhood the phase shifted about 60 degrees of this zero crossing point, the wave of drawing 3 which is the example of this invention has controlled harmonic content with high precision. Especially if the result of the frequency analysis of the input current in drawing 4 and drawing 5 is compared, the direction in the case of the example of this invention has controlled harmonic content more than the 17th harmonic content. In the rate of a

comprehensive waveform distortion, to the conventional example being 4.5%, the example of this invention is 3.4% and can be decreasing 1.1%.

[0018]

[Effect of the Invention] According to this invention, the harmonic restraint effectiveness is large so that clearly from the above explanation, and in the switching power supply equipment which considers especially single phase or the three-phase alternating current as an input, the advantage effectiveness on industry is large as a small power unit of current wave form distortion.

---

[Translation done.]

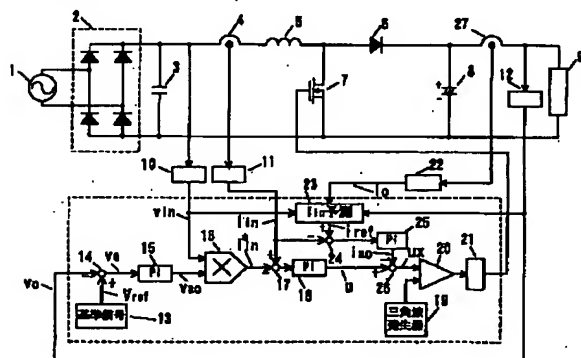
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



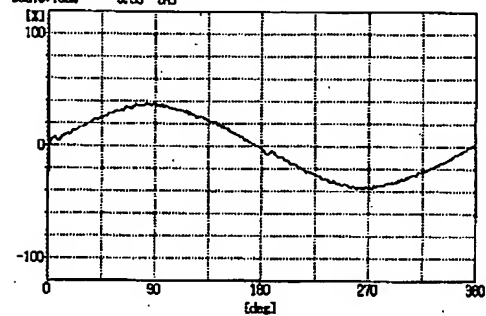
[Drawing 2]

Transter: Condition In 2 6.00[A]

f = 60.0 [Hz]

Trms: 2.39 [A] TH: 0.11 [A] THD: 4.5 [%]

Scale:100% = 9.55 [A]



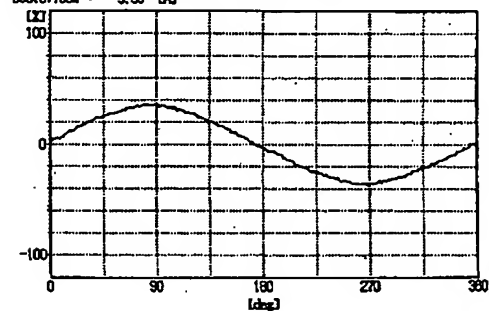
[Drawing 3]

Transter: Condition In 2 6.00[A]

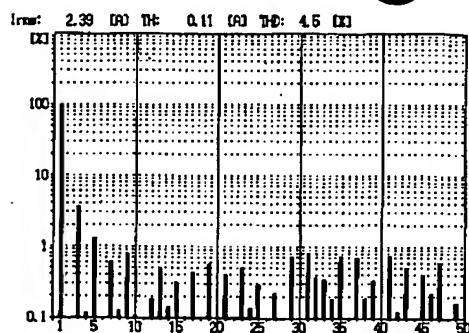
f = 60.0 [Hz]

Trms: 2.30 [A] TH: 0.08 [A] THD: 3.4 [%]

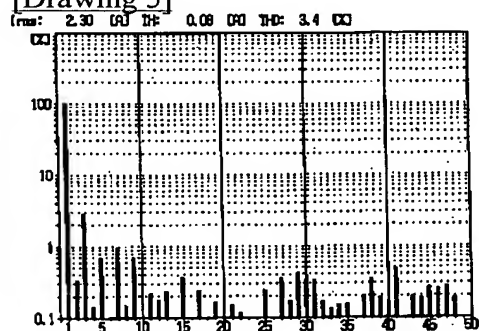
Scale:100% = 9.55 [A]



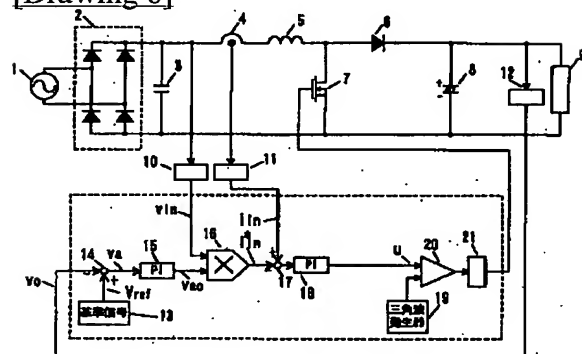
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**